Mettre en évidence le changement climatique grâce à la loi binomiale

Frédérique Letué

UGA/IUT2/STID, LJK/SVH

VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

Climat : l’évolution constatée en France

(source : https://meteofrance.com/changement-climatique/observer/climat-levolution-constatee-en-france)

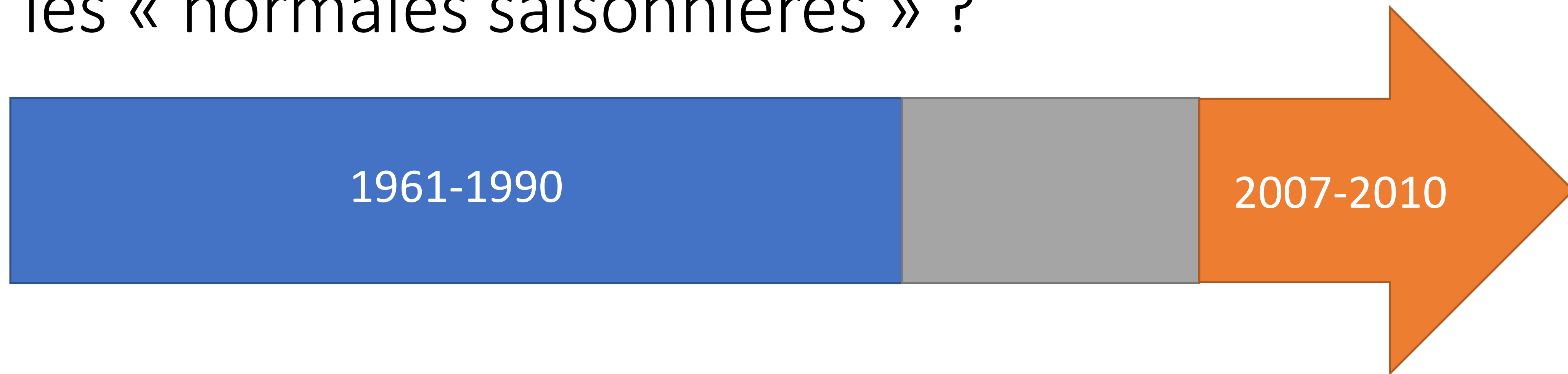
- **Évolution du climat en France : une hausse des températures moyennes**

« De 1900 à nos jours, le réchauffement atteint environ 1,7 °C, une valeur plus forte que celle observée en moyenne mondiale, estimée à +0,9 °C sur la période 1901-2012 (source Giec 2013). »

- **Précipitations en France : une évolution contrastée selon les régions et les saisons**
- **Climat en France : l’évolution des événements extrêmes**

« Le nombre de journées chaudes (températures maximales supérieures à 25 °C) augmente, tandis que le nombre de jours de gel diminue. »

Comment comparer la météo actuelle avec les « normales saisonnières » ?



Données d'apprentissage :
servent à établir un modèle

Données de test :
servent à confronter les données actuelles avec le modèle

Normales saisonnières à Embrun entre 1961 et 1990

(source : Météo France)

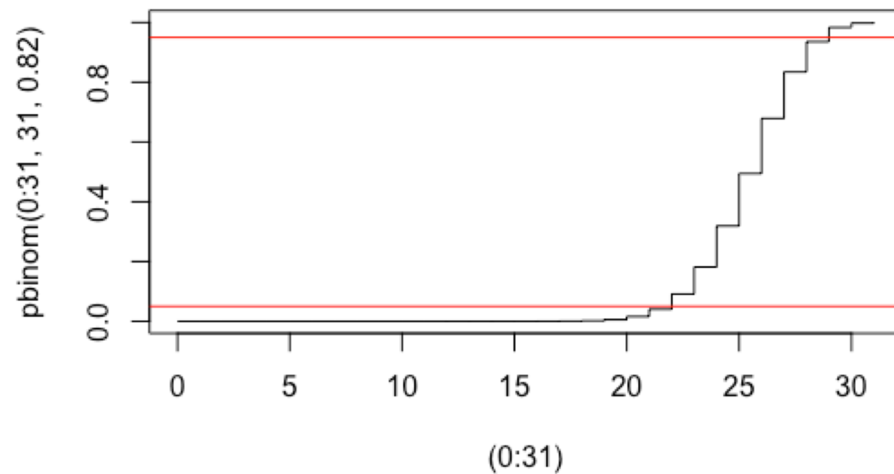
	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	An
Nombre moyen de jours avec :													
TN<= -5°C	9.4	6.6	2.4	0.2	0	0	0	0	0	0	2	6.7	27.3
TN<=0 °C	25.3	19.7	15.3	6.3	0.6	0	0	0	0	2.1	12.4	21.2	103
TX<=0 °C	2.5	0.4	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0.2	1.3	4.6
TX>= 25°C	0	0	0	0	1.3	9	21.1	18	8	0.3	0	0	57.7
TX>= 30°C	0	0	0	0	0	0.7	3.9	4.1	0.6	0	0	0	9.3

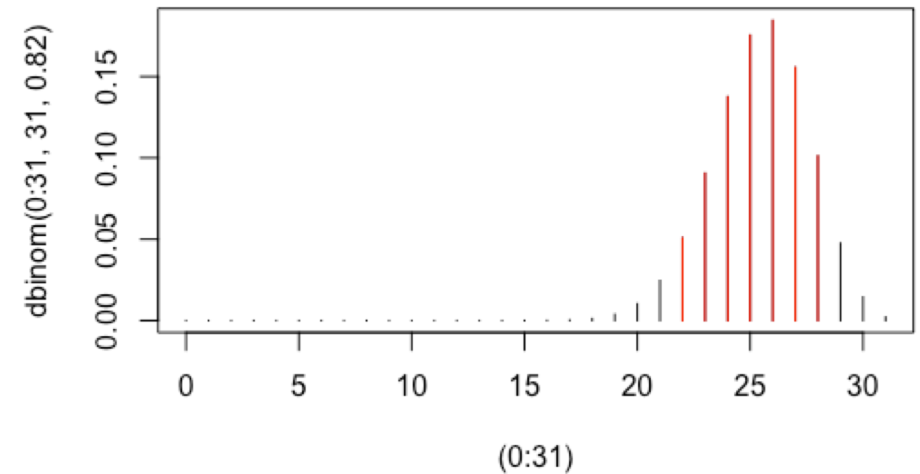
Calcul d'un modèle pour le nombre de jours de gel en janvier

- Pour ces années 1961-1990,
  - La probabilité d'avoir un jour de gel en janvier est 25.3/31=0.82
  - La probabilité d'avoir une journée chaude en juin est 9/30=0.3

- Sans changement climatique (et sans donnée manquante), on s'attend à ce que, pour les années 2007-2010 :
  - Le nombre de jours de gel en janvier $X_{janv} \sim B(31, 0.82)$
  - Le nombre de journées chaudes en juin $X_{juin} \sim B(30,0.3)$

Définition d'un intervalle de fluctuation à 90%

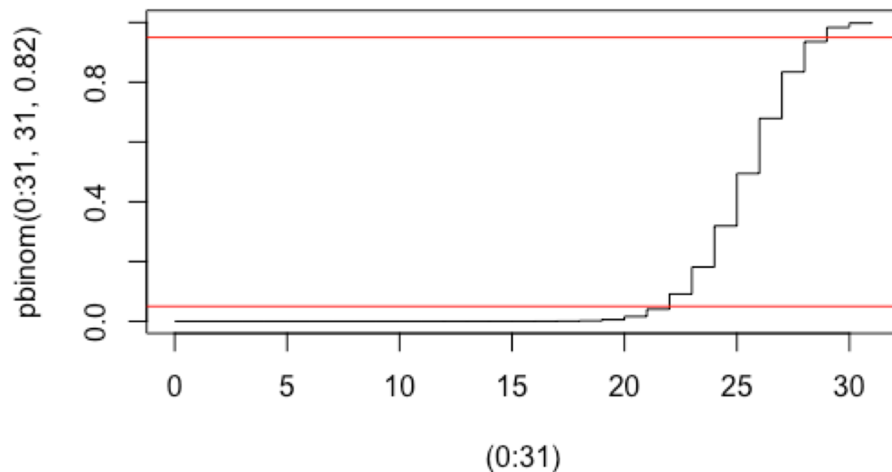


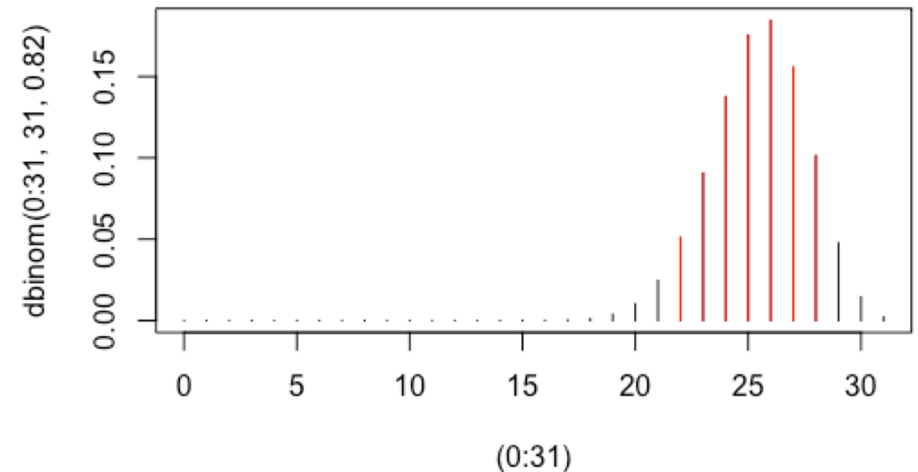


On cherche les deux valeurs k_1 et k_2 telles que :

$P(X_{janv} < k_1) \leq 0.05$ $\quad$ $P(k_1 \leq X_{janv} \leq k_2) \geq 0.90$ $\quad$ $P(X_{janv} > k_2) \leq 0.05$

Définition d'un intervalle de fluctuation à 90%





$P(X_{janv} \leq 21) \leq 0.05$ $P(22 \leq X_{janv} \leq 28) \geq 0.90$ $P(X_{janv} \geq 29) \leq 0.05$

On dira que le mois de janvier est « conforme aux normales saisonnières » si le nombre de jours de gel est compris entre 22 et 28 (inclus).

Confrontation des données test au modèle

	2007	2008	2009	2010
Nombre de jours de gel en janvier	16	29	25	26
Conclusion	Nombre trop faible	Nombre trop élevé	Conforme	Conforme

Nombre de journées chaudes en juin

- $X_{juin} \sim B(30{,}0.3)$
- Intervalle de fluctuation : [5;12]

	2007	2008	2009	2010
Nombre de journées chaudes en juin	15	6	13	16
Conclusion	Nombre trop élevé	Conforme	Nombre trop élevé	Nombre trop élevé

Limites du modèle

- Température constante au cours du mois ?
  - Les météorologues travaillent plutôt par décade

- Températures minimales ou maximales indépendantes deux jours consécutifs ?
  - Introduire des modèles tenant compte de la dépendance temporelle

Références

- Présentation inspirée par un travail réalisé à l'IREM de Grenoble en 2011-2012 avec Philippe Garat, Florent Girod, Damien Jacquemoud

- Toutes les données sont issues de Météo France et sont disponibles sur le site de l'IREM de Grenoble/Recherche-action/Anciens groupes de recherche/Probabilités et statistique